

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/051308 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 13/44, 7/03

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003103

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2003 (18.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 56 524.4 4. Dezember 2002 (04.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FOCKE, Thomas
[DE/DE]; Krugstrasse 21, 31180 Ahrbergen (DE).
HANSEN, Thomas [DE/DE]; Sohldfeld 156, 31139
Hildesheim (DE). SCHNEIDER, Martin [DE/DE];
Sohldfeld 72, 31139 Hildesheim (DE). SCHOEBEL,
Joerg [DE/DE]; Birkengrund 16, 38226 Salzgitter (DE).
GROSS, Volker [DE/DE]; Stargarder Strasse 56, 33699
Bielefeld (DE). BRUEGGEMANN, Oliver [DE/DE];
Luckauer Ring 16E, 31241 Ilsede (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

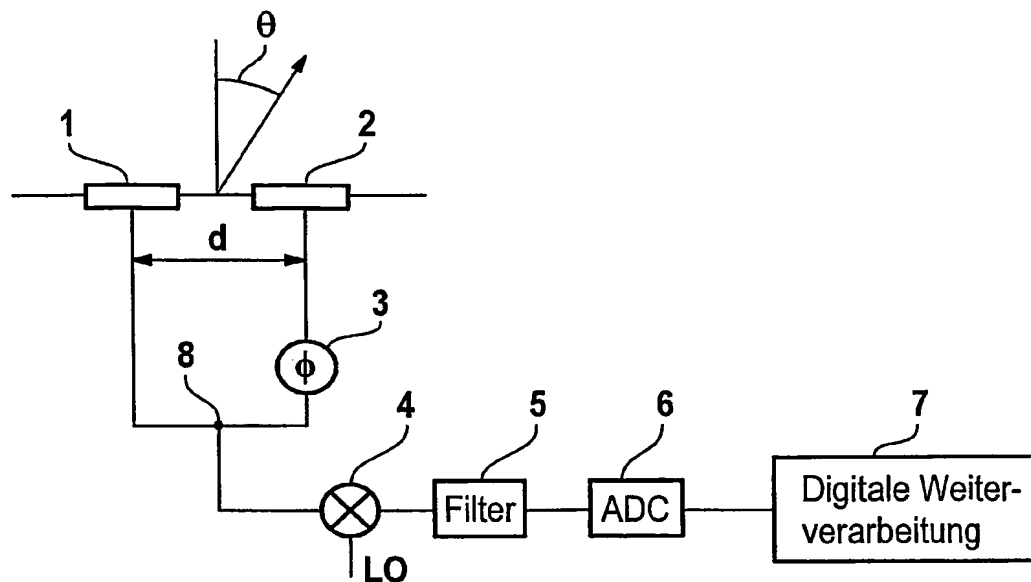
(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING ANGLE POSITIONS

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG ZUR MESSUNG VON WINKELPOSITIONEN



7 ... FURTHER DIGITAL PROCESSING

(57) Abstract: Disclosed is a device for measuring angle positions by means of radar pulses and overlapping beam characteristics of at least two antenna elements (1, 2). A phase advancer (3) which can be shifted in time-division multiplex between different phase states is provided in the signal path of at least one antenna element. An evaluation device (7) is provided for the received radar signals in order to jointly and especially simultaneously evaluating signals of two antenna elements (1, 2) with the aid of the antenna element (2), in the signal path of which the shiftable phase advancer (3) is provided.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Einrichtung zur Messung von Winkelpositionen unter Verwendung von Radarpulsen und sich überlappenden Strahlcharakteristiken mindestens zweier Antennenelemente (1, 2) ist im Signalweg mindestens eines Antennenelements ein schaltbarer Phasenschieber (3) vorgesehen, der im Zeitmultiplex zwischen unterschiedlichen Phasenzuständen schaltbar ist. Für die Radarempfangssignale ist eine Auswerteeinrichtung (7) vorgesehen zur gemeinsamen und insbesondere gleichzeitigen Auswertung von Signalen zweier Antennenelemente (1, 2) unter Beteiligung des Antennenelements (2), in dessen Signalweg der schaltbare Phasenschieber (3) vorgesehen ist.

Einrichtung zur Messung von Winkelpositionen

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Messung von Winkelpositionen unter Verwendung von Radarpulsen mit sich gegenseitig überlappenden Strahlcharakteristiken mindestens zweier Antennenelemente.

Stand der Technik

Radarsensoren zur Erfassung des nahen Kraftfahrzeugumfeldes (SRR, Short Range Radarsensoren) sind für Funktionen wie Rückfahrhilfe, Einparkhilfe, Parklückenvermessung, Tote-Winkel-Überwachung, langsames Folgefahren oder Precrash-Erkennung vorgesehen.

Neben der Information über den Abstand relevanter Objekte (andere Fahrzeuge, Fahrspur- oder Parklückenbegrenzungen, Fußgänger, ...) ist auch die Information über deren Winkelposition relativ zum Fahrzeug wichtig, um die Relevanz erkannter Objekte für die jeweilige Funktion zu beurteilen. Stand der Technik ist es, die Winkelrichtung von Objekten über die sogenannte Trilateration zu errechnen. Hierbei werden die Abstandsinformationen mehrerer benachbarter Sensoren herangezogen, um mittels einfacher trigonometrischer Umrechnungen auch die Winkelablage von Zielen zu bestimmen. Nachteilig an diesem Verfahren ist es, dass immer mehrere Sensoren in gewissem Abstand erforderlich sind, auch um die Position nur eines Ziels zu erfahren. Auch müssen diese Sensoren jeweils ein und dasselbe Ziel erfassen, um keine Fehlschätzungen zu erhalten.

Aus der WO 00/49423 ist ein Monopuls-Phase-Array-Antennensystem bekannt mit Sende- und Empfangsmodulen, die von einer Strahlschwenksteuereinrichtung gesteuert

werden. Aus den Empfangssignalen von den verschiedenen Antennenelementen werden Summensignale und Winkeldifferenzsignale abgeleitet. Jedes der Sende- und Empfangsmodule ist mit zwei 180°-Phasenschiebern ausgerüstet, um die Winkeldifferenzsignale zu bestimmen. Zur unabhängigen Zielverfolgung in Azimut- und Elevationsrichtung ist es bekannt, ein Summensignal und zwei Differenzsignale auszuwerten.

Aus M. Skolnik, Introduction to radar systems, second edition, Mc. Graw Hill Book Company 1980, Seiten 160 und 161 ist es bekannt, die Winkelinformation eines Zielobjektes durch zwei sich überlappende Antennen-Strahlcharakteristiken zu gewinnen.

Vorteile der Erfindung

Mit der Einrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 ist die Gewinnung von Winkelinformationen aus einem gesamten Radarortungsfeld bei sehr begrenztem zusätzlichen Hardwareaufwand möglich.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen aufgezeigt.

Mit den Maßnahmen der Erfindung muss nicht in jedem Empfangspfad ein eigener Abwärtsmischer und eine eigene NF-Verarbeitung vorgesehen sein. Mit der Erfindung ist es möglich, die Messung von Winkelpositionen bereits in einem Einzelsensor zu realisieren. Das Ortungsfeld kann gegenüber einer Realisierung, die nur zur Abstandsmessung dient, nahezu unverändert sein. Der zusätzliche Hardwareaufwand beschränkt sich auf einfache Phaseschieber mit einfacher Signalauswertung.

Durch die erfindungsgemäße Winkelmessung ist es möglich, die Anzahl der erforderlichen Sensoren für bestimmte Funktionen zu minimieren. Eine Rückfahrlilfe kann mit nur einem winkelmessenden SRR-Sensor ausgestattet werden, wohingegen herkömmliche Systeme drei Sensoren benötigen. Beim langsamen Folgefahren würden mit der erfindungsgemäßen Realisierung nur ein bis zwei Sensoren nötig sein statt drei oder vier Sensoren wie bei herkömmlichen Systemen. Zur Tote-Winkel-Überwachung reicht ein Sensor aus statt der sonst üblichen zwei Sensoren.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen
Figur 1 eine erfindungsgemäße Realisierung mit Dual-Beam-Antenne und schaltbarem
Phasenschieber,
Figur 2 den Amplitudenverlauf eines Dual-Beam-Sensors,
Figur 3 den Phasenverlauf eines Dual-Beam-Sensors,
Figur 4 eine Dual-Beam-Antenne mit Beschaltung,
Figur 5a und b Dual-Beam-Antennen mit 180°-Hybrid,
Figur 6 eine Antennenanordnung mit 2x2 Spalten für Zeitmultiplexbetrieb,
Figur 7 die Antennenanordnung nach Figur 6 mit 180-Hybrid.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bei der Erfindung wird für die Winkelmessung die bekannte Radar-Monopuls-Technik eingesetzt, bei der über den Vergleich von Empfangssignalen in unterschiedlichen, gegenseitig überlappenden Strahlkeulen und Kenntnis der Strahlungscharakteristiken selbst eine Information über die Winkelablage ableitbar ist (vergleichbar mit einem sogenannten „best fit matching“ der empfangenen Signale). Dieses Auswerteverfahren ist sehr ähnlich dem, welches auch beim Long Range Radar (LRR, ACC) eingesetzt wird. Beim LRR-Radar werden drei oder vier Empfangskeulen ausgebildet und deren gegenseitige Überlappung zur Winkelschätzung mittels Vergleich der Empfangssignale herangezogen.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Messung von Winkelpositionen werden zwei unterschiedliche Empfangscharakteristiken mit möglichst breitem Überlappungsbereich erzeugt. Dazu werden gemäß Figur 1 mindestens zwei Antennenelemente 1 und 2 mit jeweils einstellbaren Schwingungsphasen benutzt. Die unterschiedlichen Phasenzustände werden durch ein zwischengeschaltetes HF-Bauelement erzeugt, im Beispiel gemäß Figur 1 ist dieses ein schaltbarer Phasenschieber 3, der in einem der hier dargestellten zwei Antennenpfade zwischengeschaltet ist. Durch Schalten des Phasenschiebers 3 wird die Schwingungsphase von Antennenelement 2 unterschiedlich zu der von Antennenelement 1 eingestellt, wodurch die Richtcharakteristik der Gesamtanordnung maßgeblich zu beeinflussen ist. Die Signale beider Antennenelemente 1 und 2 werden im Empfangspfad nachfolgend additiv zusammengeführt (Summierknoten 8) und einer Mischereinheit 4

(Mischung mit einem Lokaloszillatorsignal, LO) sowie der Weiterverarbeitung (Filterung 5, Analog/Digitalwandlung (ADC) 6, Auswerteeinrichtung 7) zugeführt.

Figur 2 zeigt beispielhaft für ein einfaches Modell einer Patchantenne (für andere Antennenelement-Charakteristiken ergeben sich geringfügig andere Strahlcharakteristiken) die Amplitudencharakteristiken der Gesamtanordnung für beide Schaltzustände des Phasenschiebers 3. Die Charakteristik von Beam 1 ergibt sich durch gleichphasige Ansteuerung beider Antennenelemente, das heißt der Phasenschieber 3 ist im Schaltzustand 0° (Beam 1 = Summenbeam oder Gleichtaktbeam). In der Hauptstrahlrichtung bildet sich dadurch – durch konstruktive Überlagerung gleichphasiger Anteile – ein Maximum in der gemeinsamen Strahlungscharakteristik. Beam 2 erhält man durch eine Phasenverschiebung von 180° im Pfad von Antennenelement 2 (oder 1), in Hauptstrahlrichtung löschen sich die Anteile von Antennenelement von 1 und 2 dadurch gerade aus (destruktive Überlagerung), so dass die Richtcharakteristik in diese Richtung eine Nullstelle ausbildet (Beam 2 = Differenzbeam oder Gegentaktbeam). Seitlich ergibt sich eine symmetrische Ausformung zweier, im Idealfall identischer Hauptkeulen. In Figur 3 sind die zugehörigen Phasenverläufe beider Empfangscharakteristiken dargestellt. Während die Phase von Beam 1 aus Symmetriegründen (spiegel) symmetrisch zur Hauptstrahlrichtung ist, ergibt sich für Beam 2 ein punktsymmetrischer Verlauf. Dieses ist entscheidend für die beabsichtigte Winkelbestimmung eines Ziels, da nur durch die Unsymmetrie mindestens eines der beiden Phasenverläufe eine Entscheidung darüber möglich ist, ob sich ein Ziel links oder rechts in Bezug zur Orientierung des Sensors befindet.

Zur Winkelbestimmung selbst wird zwischen beiden Phasenzuständen und damit zwischen beiden Empfangs-Richtcharakteristiken hin- und hergeschaltet (Betrieb im Zeitmultiplex). Dieses Schalten erfolgt so schnell, dass der Einfluss von Amplituden- und Phasenänderungen der einfallenden Wellenfront eines Ziels in Folge von Relativbewegungen des Ziels (Zielfluktuationen) oder des Senders in Bezug zur Empfangsantenne vernachlässigbar oder durch entsprechende Korrekturmaßnahmen noch kompensierbar ist. Nur dann ist eine hinreichend genaue Aussage darüber möglich, welcher Anteil an einer relativen Amplituden- und Phasenänderung beider Richtcharakteristiken im Empfangskanal eindeutig der Winkelablage des Ziels zuzuordnen ist und nicht etwa anderer, oben genannter Effekte. Die Schaltperiode sollte andererseits auch nicht zu gering sein, da ansonsten der sehr kostengünstige Ansatz des

direkten Mischens des HF-Trägersignals in das NF-Basisband (sogenannter homodyner Ansatz, Basisbandfrequenzanteile im kHz-Bereich) entsprechend modifiziert werden müsste. Zur Gewinnung der optimalen Schaltfrequenz zwischen den Antennencharakteristiken müssen die Relativbewegungen von Zielen bzw. Sensorträger (Ego-Fahrzeug) vernachlässigbar sein oder in der Auswertung (Zielwinkelschätzung) kompensierbar sein (bestimmend für die obere Grenze der Schaltperiode, aber andererseits ein homodyner Ansatz (bestimmend für die untere Grenze der Schaltperiode) verwendbar sein. Bei HF-Trägerfrequenzen im GHz-Bereich sind Schaltperioden im Bereich von wenigen μs z.B. 5 bis 50 μs vorteilhaft.

Sind diese zeitlichen Effekte (Zielfluktuationen, Relativbewegungen) minimal oder entsprechend kompensiert bzw. durch Korrekturgrößen berücksichtigt, so ergibt sich der Winkel des Ziels durch Vergleich der relativen Amplituden- und Phasenänderung im Empfangspfad in beiden Schaltzuständen mit den beiden komplexwertigen Richtcharakteristiken der Antennenanordnung (Summen- und Differenzbeam). Damit über dem gesamten Winkelbereich keine Mehrdeutigkeiten in Bezug auf den Vergleich der Empfangssignale mit den Richtcharakteristiken auftreten, sollten weitere Keulen (Nebenkeulen) in Beam 1 und 2 vermieden werden. Dies ist möglich, wenn z.B. der Abstand d beider Antennenelemente – siehe Figur 1 – im Bereich der halben Wellenlänge ist, z.B. bei 24 GHz ca. 6,5 mm.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform, wobei die beiden Antennenelemente 1 und 2 hier beispielhaft durch jeweils vier Einzelstrahler gebildet werden. Diese haben die Aufgabe, bei senkrechter Anordnung zur Fahrbahnfläche nach Verbauung beim Fahrzeug, die Energie in vertikaler Richtung zu bündeln (Elevationsbündelung), um hierüber eine entsprechende Reichweite zu erlangen aber auch um nicht zu starke Reflexionen von der Fahrbahn selbst zu erhalten. In der Horizontalebene (Azimut) ergibt sich je Spalte nur eine geringe Bündelung, so dass die Richtdiagramme im Azimut ähnlich denen in Figur 2 sehr breit sind, um einen möglichst großen horizontalen Erfassungsbereich und speziell hier auch eine möglichst breite Überlappung beider Richtdiagramme zu haben.

Die skizzierten Durchführungen 9 in Figur 4 haben die Aufgabe, die HF-Komponenten, die eine Bauteilebestückung erfordern, wie z.B. der 180° Phasenschieber 3, in der Ebene bzw. auf dem Layer zu konzentrieren, wo noch weitere Bestückungen erforderlich sind (Mischer 4, etc.), damit eine doppelseitige Bestückung vermieden wird. Das Filter 5 ist in

dieser Ausführung ein Tiefpassfilter TP, sofern dem Radarsensor-Prinzip ein homodyner Ansatz zugrunde liegt, das heißt mit einem Oszillator sowohl gesendet, hier nicht dargestellt, als auch das empfangene Signal direkt ins Basisband gemischt wird (direct conversion). Andere Ausführungsformen sind ebenfalls möglich, z.B. heterodyner Ansatz mit Mischung in eine Zwischenfrequenzebene über weiteren Oszillator, Filterausführung dann als Bandpass.

Figur 5a zeigt noch eine weitere Möglichkeit, wie die Winkelbestimmung nach oben beschriebener Art möglich ist. Als phasenstellendes Element wird hier ein sogenanntes 180°-Hybrid 10, in der Literatur Ratrace genannt, verwendet. Dieses hat die Eigenschaft, ein an einem Tor einfallendes Signal gleichmäßig an die hier gegenüberliegenden Tore aufzuteilen und mit einem relativen Phasenunterschied von 180°, während das vierte Tor isoliert ist. Aufgrund von Reziprozität und Linearität dieses Bauteils ist es genauso möglich, zwei Signale auf zwei Eingangstore zu geben und an den beiden (hier) gegenüberliegenden Toren jeweils das Summen- und das Differenzsignal abzugreifen, hier also Summenbeam und Differenzbeam. Vorteilhaft an diesem Ansatz ist, dass beide Beams zeitgleich vorliegen, so dass der negative Einfluss von Zielfluktuations oder Relativbewegungen hier nicht auftritt. Nachteilig ist, dass beide Tore zur Weiterverarbeitung jeweils einen eigenen Mischer, Filter und AD-Wandler erfordern (Hardwareaufwand).

Alternativ können die beiden Tore des Ratrace auch über einen geeigneten Umschalter 11 einem Mischer im Zeitmultiplex zugeführt werden (Figur 5b).

Figur 6 und 7 zeigen noch Ausführungen mit jeweils zwei Spalten je Antennenelement. Durch Ausführung mit mehr als einer Antennenspalte pro Antennenelement ist es möglich, in horizontaler Ebene eine Bündelung der Empfangsenergie zu erhalten. Dadurch ist ein größerer Antennengewinn und damit eine größere Radarreichweite erreichbar, während der Überlappungsbereich von Summen- und Differenzbeam dadurch eingeengt wird. Dieses kann für Funktionen wie z.B. eine Rückfahrlilfe vorteilhaft sein. Ebenfalls kann diese Ausführung vorteilhaft sein für bestimmte Funktionen, bei denen eine gewisse Unterdrückung von Signalen (Störern) im Seitenbereich gerade gewünscht ist, z.B. von Leitplanken oder sonstiger Bebauung am Fahrbahnrand. Dieses wird durch die starke Bündelung mehrspaltiger Antennenelemente direkt unterstützt.

Der Phasenschieber 3 kann vorteilhaft als PIN-Dioden-Phasenschieber ausgebildet sein.

Ein Radarsensor nach der Erfindung kann in einer Hochintegrationsausgestaltung den Phasenschieber oder gegebenenfalls den Umschalter, die Signalzusammenführung (T-Verzweigung, Wilkinson-Teiler, o.ä.), den Mischer und gegebenenfalls zusätzliche rauscharme Vorverstärker (LNAs) in einem MMIC (monolithic microwave integrated circuit) enthalten.

Als Phasenschieber 3 kann auch ein RF MEMS 180° Phasenschieber (RF: Radio Frequency, MEMS: Microelectromechanical System) verwendet werden.

Die Antennenelemente können in unterschiedlicher Ausführung vorgesehen sein: Einzelstrahler, Spalten, mehrere Spalten gemeinsam je Antennenelement, sogenannte Patchstrahler, etc.

Als Umschalter 11 können PIN-Dioden-Schalter oder MEMS-Schalter verwendet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Messung von Winkelpositionen unter Verwendung von Radarpulsen und sich gegenseitig überlappenden Antennen-Strahlcharakteristiken mindestens zweier Antennenelemente mit folgenden Merkmalen:
 - im Signalweg mindestens eines Antennenelements (2) ist ein schaltbarer Phasenschieber (3) vorgesehen, der im Zeitmultiplex zwischen unterschiedlichen Phasenzuständen schaltbar ist und damit die Strahlungscharakteristik des betroffenen Antennenelements ändert,
 - es ist eine Auswertung (7) vorgesehen zur gemeinsamen Auswertung von Empfangssignalen mindestens zweier Antennenelemente (1, 2) unter Beteiligung des mindestens einen Antennenelement (2), in dessen Signalweg ein schaltbarer Phasenschieber (3) vorgesehen ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung ausgestaltet ist den Winkel eines Ziels durch Vergleich der relativen Amplituden- und Phasenänderungen von Radarpulsen im Empfangspfad in beiden Schaltzuständen des mindestens einen schaltbaren Phasenschiebers (3) zu gewinnen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der schaltbare Phasenschieber (3) eingerichtet ist die Phasenzustände 0° und 180° einzunehmen.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Antennenelemente (1, 2) über ein 180° -Hybrid (10) als phasenstellendes Element verbunden sind zur insbesondere zeitgleichen Auswertung von Summen- und Differenzbeam mindestens zweier Antennenelemente.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Antennenelemente (1, 2) über ein 180°-Hybrid (10) als phasenstellendes Element verbunden sind und dass ein Umschalter (11) am Ausgang des 180°-Hybrids vorgesehen ist zur Auswertung von Summen- und Differenzbeam mindestens zweier Antennenelemente über einen Mischer im Zeitmultiplex.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltzeit des mindestens einen Phasenschiebers (3) und damit die Umschaltzeit zwischen zwei Strahlcharakteristiken so einstellbar ist, dass die Relativbewegungen von Zielen bzw. der Antennenelementträger vernachlässigbar oder in der Auswertung kompensierbar sind.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltzeit des mindestens einen Phasenschiebers (3) und damit die Umschaltzeit zwischen zwei Strahlungscharakteristiken mindestens so einstellbar ist, dass das Homodyn-Prinzip (Direktmischung in das NF-Basisband) anwendbar ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Betrieb im GHz-Bereich die Umschaltzeit im Bereich zwischen 5 und 50 µs einstellbar ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Elevations- und/oder Azimutbündelung mehr als zwei Antennenelemente insbesondere in Zeilen- und Spaltenanordnung vorgesehen sind, wobei vorzugsweise jeweils mindestens zwei Gruppen von Antennenelementen gemeinsam und gleichzeitig auswertbar sind und wobei im Signalweg mindestens einer Gruppe ein umschaltbarer Phasenschieber (3) angeordnet ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Phasenschieber (3) als PIN-Dioden-Phasenschieber oder MEMS-Phasenschieber ausgebildet ist.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass HF-Komponenten, die eine Bauteilbestückung erfordern, auf nur einer Seite einer Leiterplatte aufgebracht sind, insbesondere auf der den Antennenelementen (1, 2) abgewandten Seite.

1 / 3

FIG. 1

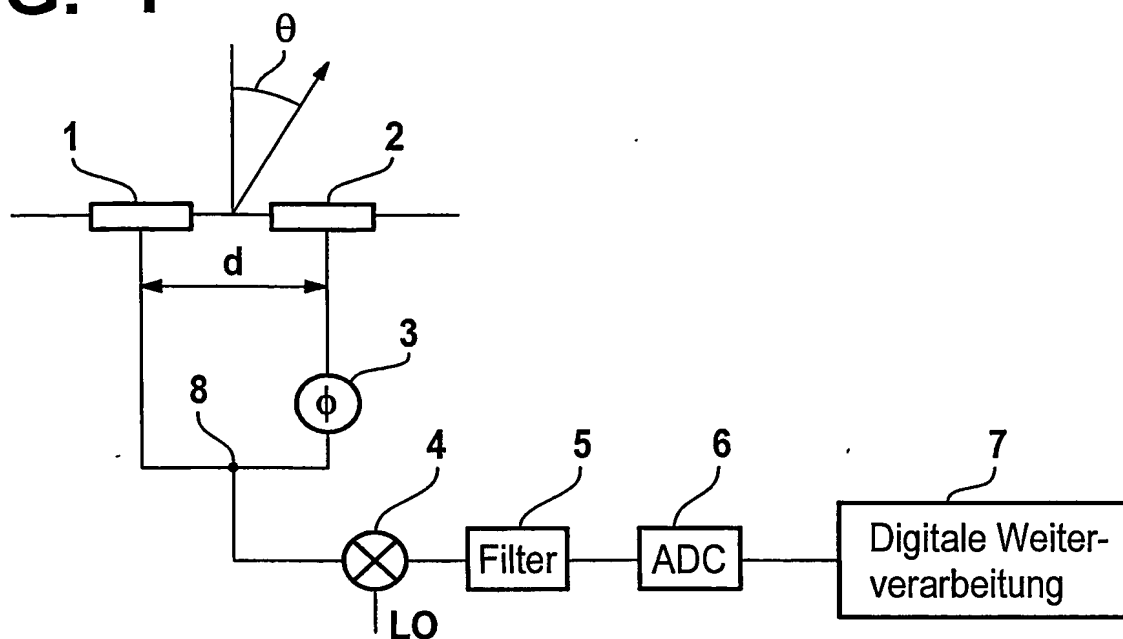


FIG. 2

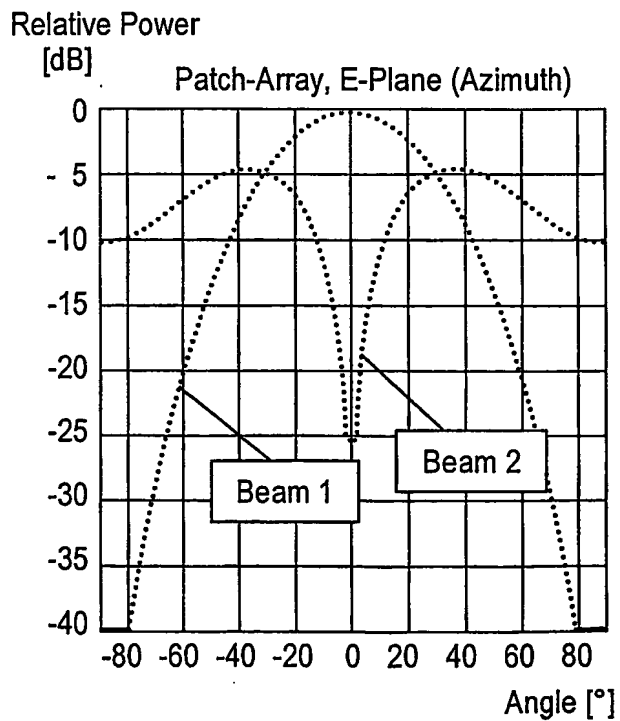
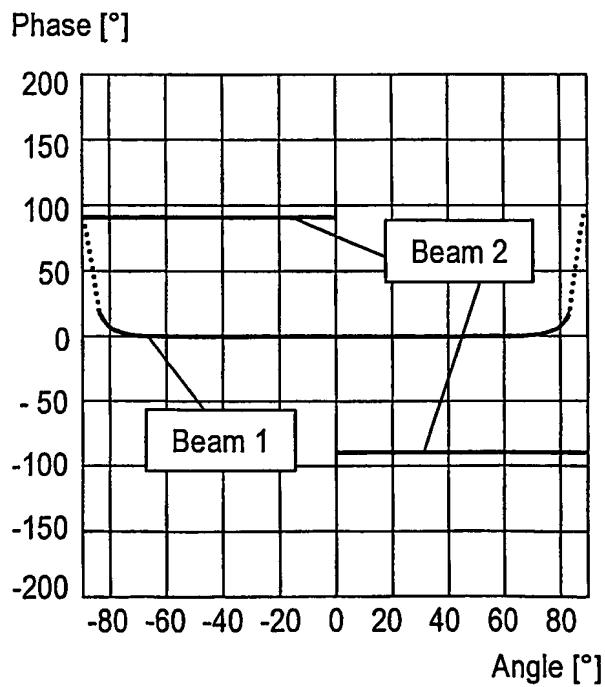
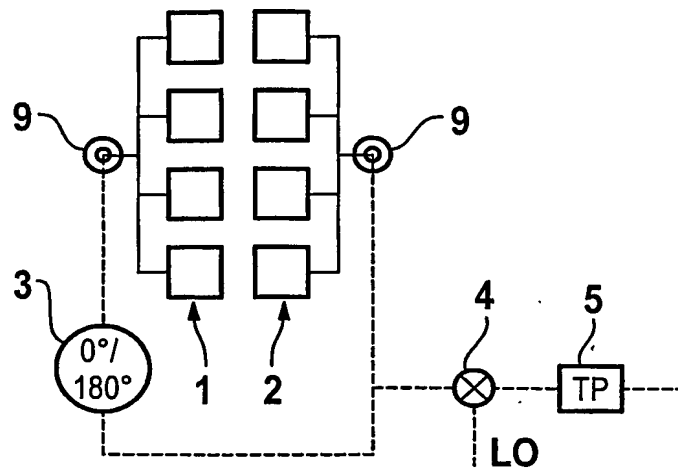
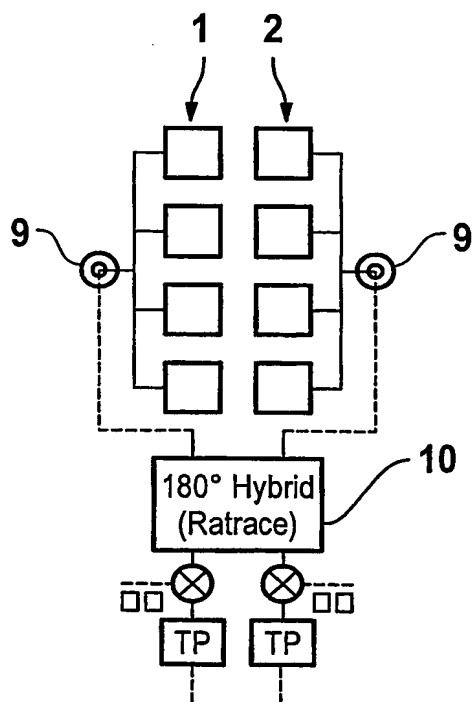
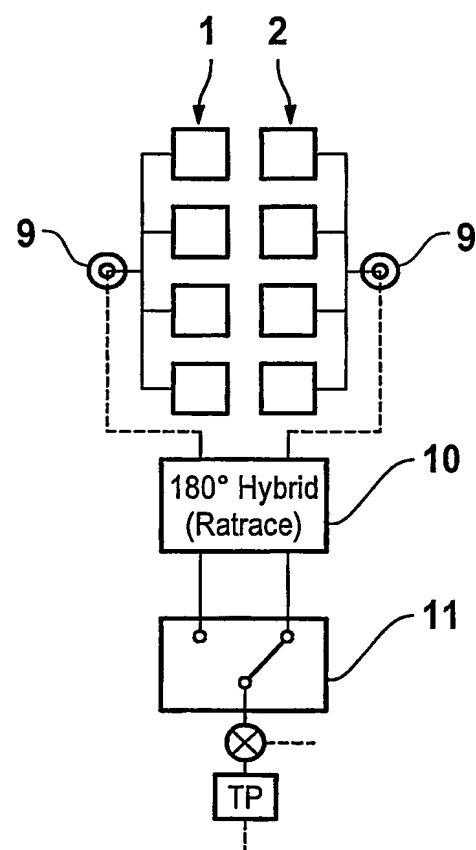


FIG. 3



2 / 3

FIG. 4**FIG. 5a****FIG. 5b**

3 / 3

FIG. 6

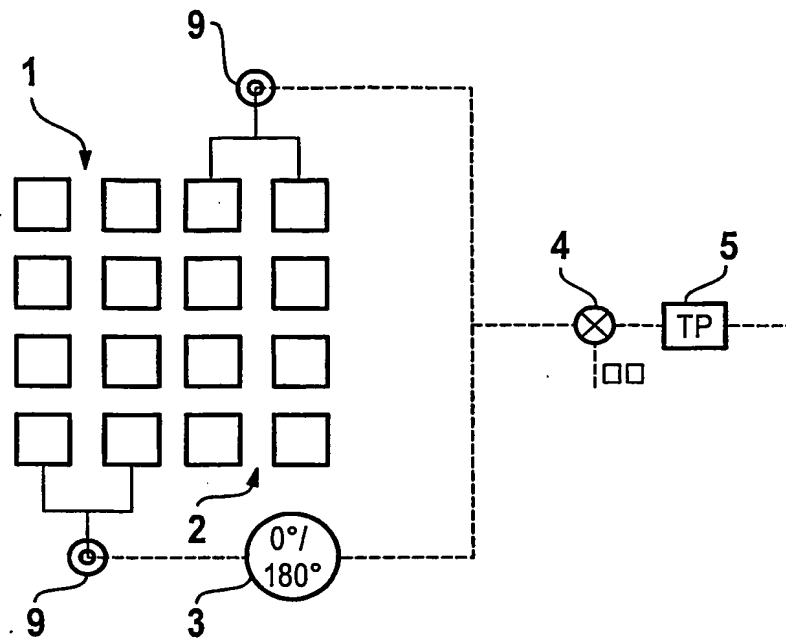
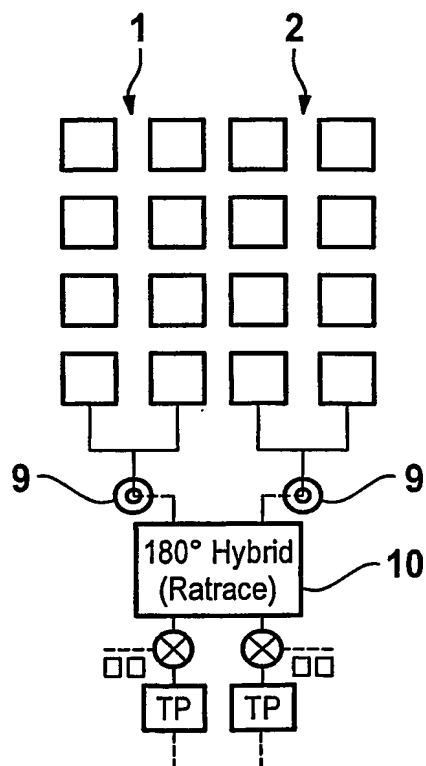


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S13/44 G01S7/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 172 122 A (PEREGRIM THEODORE J ET AL) 15 December 1992 (1992-12-15)	1
A	abstract column 2, line 57 -column 68, line 5; figures 1-14	2-7,9,11
A	US 5 017 927 A (AGRAWAL ASHOK K ET AL) 21 May 1991 (1991-05-21)	1-11
	abstract column 5, line 43 -column 13, line 24; figures 1-8	
A	WO 00 49423 A (TNO ;SCHOLZ JOHN ARTHUR (NL)) 24 August 2000 (2000-08-24)	1-7,9,11
	cited in the application abstract page 5, line 12 -page 9, line 2; figures 1-5	
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 January 2004

Date of mailing of the international search report

14/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blondel, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03103

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 831 570 A (AMMAR DANNY F ET AL) 3 November 1998 (1998-11-03) abstract column 6, line 39 -column 35, line 51; figures 1-42; tables 1-13 -----	1-11
A	US 5 706 012 A (KAY JOHN H) 6 January 1998 (1998-01-06) abstract column 4, line 59 -column 10, line 45; figures 1-7 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03103

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5172122	A	15-12-1992	NONE	
US 5017927	A	21-05-1991	NONE	
WO 0049423	A	24-08-2000	AU 2467200 A DE 60004487 D1 EP 1155340 A1 WO 0049423 A2 US 6618008 B1	04-09-2000 18-09-2003 21-11-2001 24-08-2000 09-09-2003
US 5831570	A	03-11-1998	US 5945926 A US 6311108 B1 US 6430480 B1 AT 237811 T AT 244896 T AT 213843 T AT 244895 T DE 69710717 D1 DE 69710717 T2 DE 69721085 D1 DE 69723431 D1 DE 69723483 D1 EP 1065519 A1 EP 1072901 A1 EP 0898718 A1 EP 0898717 A1 WO 9743666 A1 WO 9743665 A1 US 6591171 B1	31-08-1999 30-10-2001 06-08-2002 15-05-2003 15-07-2003 15-03-2002 15-07-2003 04-04-2002 29-08-2002 22-05-2003 14-08-2003 14-08-2003 03-01-2001 31-01-2001 03-03-1999 03-03-1999 20-11-1997 20-11-1997 08-07-2003
US 5706012	A	06-01-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03103

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01S13/44 G01S7/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 172 122 A (PEREGRIM THEODORE J ET AL) 15. Dezember 1992 (1992-12-15)	1
A	Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 57 -Spalte 68, Zeile 5; Abbildungen 1-14	2-7,9,11
A	US 5 017 927 A (AGRAWAL ASHOK K ET AL) 21. Mai 1991 (1991-05-21)	1-11
	Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 43 -Spalte 13, Zeile 24; Abbildungen 1-8	
A	WO 00 49423 A (TNO ;SCHOLZ JOHN ARTHUR (NL)) 24. August 2000 (2000-08-24) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 5, Zeile 12 -Seite 9, Zeile 2; Abbildungen 1-5	1-7,9,11
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Januar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/01/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blondel, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03103

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 5 831 570 A (AMMAR DANNY F ET AL) 3. November 1998 (1998-11-03) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 39 -Spalte 35, Zeile 51; Abbildungen 1-42; Tabellen 1-13</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1-11
A	<p>US 5 706 012 A (KAY JOHN H) 6. Januar 1998 (1998-01-06) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 59 -Spalte 10, Zeile 45; Abbildungen 1-7</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/03103

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5172122	A	15-12-1992	KEINE
US 5017927	A	21-05-1991	KEINE
WO 0049423	A	24-08-2000	AU 2467200 A 04-09-2000 DE 60004487 D1 18-09-2003 EP 1155340 A1 21-11-2001 WO 0049423 A2 24-08-2000 US 6618008 B1 09-09-2003
US 5831570	A	03-11-1998	US 5945926 A 31-08-1999 US 6311108 B1 30-10-2001 US 6430480 B1 06-08-2002 AT 237811 T 15-05-2003 AT 244896 T 15-07-2003 AT 213843 T 15-03-2002 AT 244895 T 15-07-2003 DE 69710717 D1 04-04-2002 DE 69710717 T2 29-08-2002 DE 69721085 D1 22-05-2003 DE 69723431 D1 14-08-2003 DE 69723483 D1 14-08-2003 EP 1065519 A1 03-01-2001 EP 1072901 A1 31-01-2001 EP 0898718 A1 03-03-1999 EP 0898717 A1 03-03-1999 WO 9743666 A1 20-11-1997 WO 9743665 A1 20-11-1997 US 6591171 B1 08-07-2003
US 5706012	A	06-01-1998	KEINE